

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-214022

(43)Date of publication of application : 06.08.1999

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

(21)Application number : 10-013678

(71)Applicant : ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND  
CO LTD  
ONDA KAZUO

(22)Date of filing : 27.01.1998

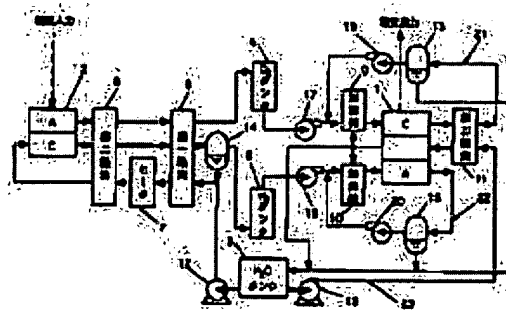
(72)Inventor : HAMADA YUKITAKA  
ONDA KAZUO

## (54) FUEL CELL POWER GENERATING DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a power generating device capable of generating high voltage and increased output of a battery by using a solid electrolyte type aqueous electrolysis tank for generating oxygen and hydrogen from steam generated by a heater and the supplied electric power, and humidified oxygen from an oxygen humidifier and humidified hydrogen from a hydrogen humidifier.

**SOLUTION:** Since a solid electrolyte type aqueous electrolysis jar 2 is operated at about 1,000° C, water from a water tank 3 is converted into steam by a first heat exchanger 6 and a heater 7, and heated by a second heat exchanger 8 to about 1,000° C. The steam is supplied together with electric power to a cathode side of the solid electrolyte type aqueous electrolysis jar 2, and gaseous oxygen is generated at an anode side, and gaseous hydrogen, including steam, is generated at the cathode side, and are stored in an oxygen tank 4 and a hydrogen tank 5, respectively. Oxygen and hydrogen are taken out of the oxygen tank 4 and the hydrogen tank 5, and after humidifying with an oxygen humidifier 9 and a hydrogen humidifier 10, the humidified oxygen and hydrogen are supplied to a cathode and an anode of a solid polymer fuel cell 1 to generate electric power.



**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1]A solid oxide type water electrolyzer which generates oxygen and hydrogen from a water tank, a warmer which heats water from this water tank, and a steam by which it was generated with this warmer and electric power supplied, An oxygen tank which stores oxygen generated in this solid oxide type water electrolyzer, A hydrogen tank which stores hydrogen generated in this solid oxide type water electrolyzer, A humidifier for oxygen which humidifies moisture from this oxygen tank to oxygen, and a humidifier for hydrogen which humidifies moisture from this hydrogen tank to hydrogen, A fuel cell power plant provided with a polymer electrolyte fuel cell generated from oxygen humidified from this humidifier for oxygen, and hydrogen humidified from this humidifier for hydrogen.

[Claim 2]The fuel cell power plant according to claim 1, wherein a heat exchanger which carries out the heat exchanger of the water from said water tank from oxygen generated in said solid oxide type water electrolyzer and hydrogen is provided.

[Claim 3]The fuel cell power plant according to claim 1, wherein an oxygen cycle line which separates moisture from oxygen gas discharged from the cathode side of said polymer electrolyte fuel cell with a steam separator, and supplies this oxygen to the ON side of said oxygen humidifier is provided.

[Claim 4]The fuel cell power plant according to claim 1, wherein a hydrogen circulation line which separates moisture from hydrogen gas discharged from the anode side of said polymer electrolyte fuel cell with a steam separator, and supplies this hydrogen to the ON side of said humidifier for hydrogen is provided.

[Claim 5]The fuel cell power plant according to claim 1, wherein cooling lines which send water from said water tank to said polymer electrolyte fuel cell, and are cooled are provided.

[Claim 6]The fuel cell power plant according to claim 5, wherein said cooling lines supply water to said humidifier for oxygen, and said humidifier for hydrogen by the appearance side of said polymer electrolyte fuel cell.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the fuel cell power plant generated from the oxygen generated in the solid oxide type water electrolyzer, and hydrogen.

[0002]

[Description of the Prior Art]A polymer electrolyte fuel cell (PEFC, Polymer Electrolyte Fuel Cell) is a fuel cell which hydrogen gas (again reformed gas) is supplied to an anode, it supplies oxygen gas (or air) to a cathode, and operates in room temperature  $-100^{\circ}\text{C}$  order. Drawing 2 shows the power generation principle of PEFC. Several 10-micrometer thin porosity Pt catalyzer electrode is attached to the both sides of an about 100-micrometer poly membrane which have proton ( $\text{H}^+$ ) conductivity in an electrolyte, the side to which hydrogen gas is supplied serves as an anode, and the side to which oxygen gas is supplied serves as a cathode.  $\text{H}_2$  oxidizes to  $\text{H}^+$  with an anode, and  $\text{H}^+$  moves in the inside of a poly membrane, and reaches a cathode. Electronic  $\text{e}^-$  generated with the anode on the other hand reaches a cathode, after doing electric work through an external circuit. In a cathode, it reacts to  $\text{H}^+$  and  $\text{e}^-$  which  $\text{O}_2$  reached, and is returned to  $\text{H}_2\text{O}$ .

[0003]When  $\text{H}^+$  moves in the inside of a poly membrane, it moves with some  $\text{H}_2\text{O}$  molecules. This is called the electroendosmose effect. Therefore, it tends to dry, this reduces the electrical conductivity of a poly membrane, and, as a result, cell performance falls [ the anode side of a poly membrane ]. A steam is included in  $\text{H}_2$  gas as one method of preventing this, namely, it humidifies, an electrode is supplied, and a poly membrane is made to become wet through the fine pores of an electrode.

[0004]On the other hand with a cathode,  $\text{H}_2\text{O}$  generates. Although  $\text{H}_2\text{O}$  carried by this generation  $\text{H}_2\text{O}$  and electroendosmose is discharged out of a cell from the cathode side, back-diffusion of gas of the part is carried out to the anode side from the cathode side, and it is discharged also from the anode side. In PEFC with a low operating temperature, although a part of  $\text{H}_2\text{O}$  becomes a steam, since others serve as waterdrop, if this is not promptly excepted out of a cell, an electrode will get wet too much, diffusion inhibition of  $\text{H}_2$  and  $\text{O}_2$  is caused, and cell performance falls. There are a method of putting on the flow of emission gas and carrying out together as a method of removing waterdrop, the method of sucking out by capillarity using a water absorption plate or Wick (a thing like the heart of a candle), etc. Since a flow increases when using air as reactant gas, the amount of evaporation of the moisture in a poly membrane also increases, and a poly membrane dries. Air is humidified and supplied also in order to prevent this.

[0005]

[Problem to be solved by the invention]a polymer electrolyte fuel cell uses a reformer for an anode

for fossil fuels, such as natural gas, --  $H_2$  -- rich gas is reformed and supplied, air is supplied to a cathode, and it is considered as the oxidizer. However, when generating electricity using reformed gas and air, there is a problem that voltage is lower than the case where it generates electricity using pure water matter and pure oxygen.

[0006]This invention was made in view of the above-mentioned problem, and an object of this invention is to provide the fuel cell power plant generated using pure water matter and pure oxygen.

[0007]  
[Means for solving problem]In order to attain the above-mentioned purpose, in invention of Claim 1. The solid oxide type water electrolyzer which generates oxygen and hydrogen from a water tank, the warmer which heats the water from this water tank, and the steam by which it was generated with this warmer and the electric power supplied, The oxygen tank which stores the oxygen generated in this solid oxide type water electrolyzer, The hydrogen tank which stores the hydrogen generated in this solid oxide type water electrolyzer, It has a polymer electrolyte fuel cell generated from the humidifier for oxygen which humidifies moisture from this oxygen tank to oxygen, the humidifier for hydrogen which humidifies moisture from this hydrogen tank to hydrogen, and the oxygen humidified from this humidifier for oxygen and the hydrogen humidified from this humidifier for hydrogen.

[0008]The solid oxide type water electrolyzer operates at about 1000 \*\*. For this reason, if the water from a water tank is heated with a warmer, it is considered as a steam and it supplies with the electrical and electric equipment, oxygen gas will be emitted in the anode side and hydrogen gas will be emitted in the cathode side. Oxygen gas is stored in an oxygen tank and hydrogen gas is stored in a hydrogen tank. Hydrogen can take out electric power from a polymer electrolyte fuel cell by supplying the anode side by taking out oxygen from an oxygen tank, humidifying with the humidifier for oxygen, taking out hydrogen from a hydrogen tank similarly, humidifying with the humidifier for hydrogen, and supplying oxygen to the cathode of a polymer electrolyte fuel cell. Voltage higher than the case where oxygen and hydrogen which are generated from a solid oxide type water electrolyzer are generated from reformed gas and air since purity is high is obtained.

[0009]In invention of Claim 2, the heat exchanger which carries out the heat exchanger of the water from said water tank from the oxygen generated in said solid oxide type water electrolyzer and hydrogen is provided. [0010]In order that the solid oxide type water electrolyzer may operate at about 1000 \*\*, the temperature of the oxygen gas emitted or hydrogen gas is high. By carrying out heat exchange of these gases and the water sent into a solid oxide type water electrolyzer by a heat exchanger, the temperature of the water supplied increases and the temperature of the gas sent to a tank falls. Since efficiency increases and the direction into which water comes at an elevated temperature at a solid oxide type water electrolyzer is operated about room temperature - 100 \*\* with a polymer electrolyte fuel cell, the lower one of the temperature of oxygen gas and hydrogen gas is good. A heat exchanger fills the demand of this solid oxide type water electrolyzer and a polymer electrolyte fuel cell.

[0011]In invention of Claim 3, the oxygen cycle line which separates moisture from the oxygen gas discharged from the cathode side of said polymer electrolyte fuel cell with a steam separator, and supplies this oxygen to the ON side of said humidifier for oxygen is provided.

[0012]Since many moisture is contained in the oxygen gas discharged from the cathode side of a polymer electrolyte fuel cell, by returning oxygen to the ON side of a humidifier except for moisture with a steam separator, a ratio of oxygen utilization increases and generation efficiency also improves.

[0013]In invention of Claim 4, the hydrogen circulation line which separates moisture from the hydrogen gas discharged from the anode side of said polymer electrolyte fuel cell with a steam separator, and supplies this hydrogen to the ON side of said humidifier for hydrogen is provided.

[0014]Since many moisture is contained in the hydrogen gas discharged from the anode side of a polymer electrolyte fuel cell, by returning hydrogen to the ON side of a humidifier except for moisture with a steam separator, hydrogen utilization increases and generation efficiency also

improves.

[0015]In invention of Claim 5, the cooling lines which send the water from said water tank to said polymer electrolyte fuel cell, and are cooled are provided.

[0016]In a polymer electrolyte fuel cell, since it is operated about room temperature  $-100^{\circ}\text{C}$ , decline in generation efficiency is prevented by cooling a polymer electrolyte fuel cell so that it may become the temperature of this range.

[0017]In invention of Claim 6, said cooling lines supply water to said humidifier for oxygen, and said humidifier for hydrogen by the appearance side of said polymer electrolyte fuel cell.

[0018]Since water which cooled a polymer electrolyte fuel cell in each humidifier, and became the temperature near a cell is supplied, oxygen gas and hydrogen gas which are humidified with this water also become close to battery temperature, and are supplied to a cell. Thereby, a cell does not receive a thermal shock.

[0019]

[Mode for carrying out the invention]Hereafter, an embodiment of this invention is described with reference to Drawings. Drawing 1 is a block diagram showing composition of a fuel cell power plant of this invention. 1 has the structure explained by drawing 2 with a polymer electrolyte fuel cell, receives supply of pure oxygen gas, pure hydrogen gas, and moisture, and generates it with about [ room temperature  $-100^{\circ}\text{C}$  ] operating temperature. A steam and electric power are supplied to 2 by a solid oxide type water electrolyzer, it operates at an about  $1000^{\circ}\text{C}$  elevated temperature, and generates pure oxygen and hydrogen. Electric power uses night power and electric power from a solar cell. Structure is mentioned later. 3 is a water tank and is a supply source of cooling water to a steam and the polymer electrolyte fuel cell 1 which are supplied to the solid oxide type water electrolyzer 2, etc. 4 stores oxygen gas emitted in the solid oxide type water electrolyzer 2 with an oxygen tank. 5 stores hydrogen gas emitted in the solid oxide type water electrolyzer 2 with a hydrogen tank. 6 is the first heat exchanger and is heated with hot oxygen gas which generated water supplied with the main process pump 12 from the water tank 3 in the solid oxide type water electrolyzer 2, and hydrogen gas containing moisture. Thereby, these gases are also cooled.

[0020]7 heats further the water heated by the first heat exchanger 6 with a heater, and is taken as a steam. The exhaust heat etc. of the fire power which adjoins as a heat source, or a nuclear power plant are used. 8 is the second heat exchanger and is heated with the hot oxygen gas which generated the steam by which it was generated with the heater 7 in the solid oxide type water electrolyzer 2, and hydrogen gas containing moisture. Since the hydrogen gas emitted in the solid oxide type water electrolyzer 2 contains moisture, after carrying out heat exchange by the first heat exchanger 6, the steam separator 14 separates hydrogen gas and moisture, hydrogen gas is stored to the hydrogen tank 5, and moisture is applied to the water sent out from the main process pump 12.

[0021]The oxygen gas of the oxygen tank 4 is sent to the humidifier 9 for oxygen by the blower 17, and hydrogen gas of the hydrogen tank 5 is sent to the humidifier 10 for hydrogen by the blower 18. Although a mechanical thing which sprays moisture on each gas as the humidifiers 9 and 10 may be used, moisture may be humidified using an osmosis film. The humidified oxygen gas is supplied to the cathode of the polymer electrolyte fuel cell 1, and the humidified hydrogen gas is supplied to an anode and generates electricity by operation explained by drawing 2.

[0022]The ON side of the humidifier 9 for oxygen is connected the cathode appearance side of the polymer electrolyte fuel cell 1, the oxygen cycle line 21 is formed, the ON side of the humidifier 10 for hydrogen is connected the anode appearance side in a similar manner, and the hydrogen circulation line 22 is formed. The oxygen cycle line 21 is provided with the steam separator 15 and the blower 19, separates the moisture of the oxygen gas discharged from a cathode, and returns it to the water tank 3, and oxygen gas is sent into the humidifier 9 for oxygen by the blower 19, circulates oxygen gas, and raises generation efficiency. Similarly, it has the steam separator 16 and the blower 20, the moisture of the hydrogen gas discharged from an anode is separated, and it

returns to the water tank 3, and hydrogen gas is sent into the humidifier 10 for hydrogen by the blower 20, circulates hydrogen gas, and the hydrogen circulation line 22 also raises generation efficiency.

[0023]Although the polymer electrolyte fuel cell 1 operates at about [ room temperature -100 \*\* ] temperature, in order to maintain this temperature, the cooling lines 23 are formed. The cooling water pump 13 in which the cooling lines 23 send out water from the water tank 3, It has the third heat exchanger 11 that heats this water with the exhaust gas of a cathode, and is made into a temperature a little lower than the polymer electrolyte fuel cell 1, some water which cooled the polymer electrolyte fuel cell 1 is supplied to the humidifier 9 for oxygen, and the humidifier 10 for hydrogen, and the remainder returns to the water tank 3. Since there are more flows than the anode exhaust with which the direction of the cathode exhaust which flows through a cathode flows through an anode, heat exchange of the third heat exchanger 11 is carried out to cathode exhaust, but it is also possible to carry out heat exchange to anode exhaust.

[0024]Drawing 3 shows the principle figure of a solid oxide type water electrolyzer. A solid oxide type water electrolyzer is called SOEC (Solid Oxide Electrolysis Cell), It is what provided the electrode in the both sides of the solid electrolyte plate which is penetrable to oxygen ion like stabilized zirconia (YSZ), By energizing to two electrodes, water can be electrolyzed, oxygen and hydrogen can be obtained and electric power can be conversely generated by supplying hydrogen for oxygen from another side from one side of this solid electrolyte plate. The function of electrolysis is used in this invention. This system is operated at a 900-1000 \*\* elevated temperature. In electrolysis, not less than about 70% of electrical energy of the higher calorific power of hydrogen, 30% of thermal energy, and a 900-1000 \*\* elevated temperature are needed. Electric charge  $2e^-$  is supplied to steam  $H_2O$  supplied to the cathode side from a cathode, and it is decomposed into  $H_2$  and  $O^{2-}$ , and  $O^{2-}$  penetrates a solid electrolyte plate, reaches an anode, emits electric charge  $2e^-$ , and turns into  $O_2$ .  $O_2$  is discharged from the anode side by this, and  $H_2$  and undecomposed  $H_2O$  are discharged from the cathode side.

[0025]Next, operation of this fuel cell power plant is explained. This power plant stores the electric power generated with the night power which serves as a surplus in fire power or a nuclear power plant, or a solar cell, is used at the stage etc. when the electricity demand of daytime serves as a peak, stores electric power in the forms of oxygen gas and hydrogen gas, and when required, it generates electricity by making these into fuel.

[0026]In the time of stationary energy storage, after the water attracted from the water tank 3 with the main process pump 12 is heated by the first heat exchanger 6, it is heated with the heater 7, will become a steam, will be further heated by the second heat exchanger 8, will be about 1000 \*\*, and is supplied to the cathode side of the solid oxide type water electrolyzer 2. Electric power is also supplied simultaneously with this, oxygen gas is emitted from the anode side by the method explained by drawing 3, and the hydrogen gas which contains a steam from the cathode side is emitted. After these gases radiate heat by the second heat exchanger 8 and the first heat exchanger 6, oxygen gas is stored in the oxygen tank 4, hydrogen gas containing a steam separates moisture with the steam separator 14, and is stored in the hydrogen tank 5, and moisture joins the water from the main process pump 12.

[0027]In the time of power generation, oxygen gas is supplied to the humidifier 9 for oxygen by the blower 17 from the oxygen tank 4, and hydrogen gas is supplied to the humidifier 10 for hydrogen by the blower 18 from the hydrogen tank 5. The hydrogen gas which the oxygen gas supplied to the humidifier 9 for oxygen was humidified by moisture, was supplied to the cathode of the polymer electrolyte fuel cell 1, and was supplied to the humidifier 10 for hydrogen is humidified by moisture, and is supplied to an anode. The cell reaction explained by drawing 2 occurs by this, and power generation is performed. The oxygen cycle line 21 starts with this, after the exhaust gas which consists of oxygen containing the moisture from a cathode radiates heat by the third heat

exchanger 11, the steam separator 15 removes moisture, it is supplied to the ON side of the humidifier 9 for oxygen, and an oxygen cycle is performed. Similarly, the hydrogen circulation line 22 starts, the exhaust gas which consists of hydrogen containing the moisture from an anode is removed by the steam separator 16 in moisture, the ON side of the humidifier 10 for hydrogen is supplied, and hydrogen circulation is performed. The moisture separated with both the steam separators 15 and 16 returns to the water tank 3. The cooling water line 23 is also started, and after it cools through the inside of the cell 2 after being heated by temperature a little lower than the temperature of the cell 2 by the third heat exchanger 11, and the cooling water attracted from the water tank 3 supplies a part for humidification service water to both the humidifiers 9 and 10, it returns to the water tank 3.

[0028]

[Effect of the Invention]By generating high oxygen and hydrogen of purity by a solid oxide type water electrolyzer, and using this for a polymer electrolyte fuel cell, the  $H_2$  molar fraction of an anode and the  $O_2$  molar fraction of a cathode increase, a generated voltage becomes high and a cell output goes up this invention so that more clearly than the above explanation. Hydrogen utilization and a ratio of oxygen utilization can be raised by performing an anode and cathode recycling.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a figure showing the composition of the fuel cell power plant of this invention.

[Drawing 2]It is a figure showing the principle of a polymer electrolyte fuel cell.

[Drawing 3]It is a figure showing the principle of a solid oxide type water electrolyzer.

[Explanations of letters or numerals]

- 1 Polymer electrolyte fuel cell
- 2 Solid oxide type water electrolyzer
- 3 Water tank
- 4 Oxygen tank
- 5 Hydrogen tank
- 6 The first heat exchanger
- 7 Heater
- 8 The second heat exchanger
- 9 The humidifier for oxygen
- 10 The humidifier for hydrogen
- 11 The third heat exchanger
- 12 Main process pump
- 13 Cooling water pump
- 14, 15, and 16 Steam separator
- 17-20 Blower
- 21 Oxygen cycle line
- 22 Hydrogen circulation line
- 23 Cooling lines

---

[Translation done.]



## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

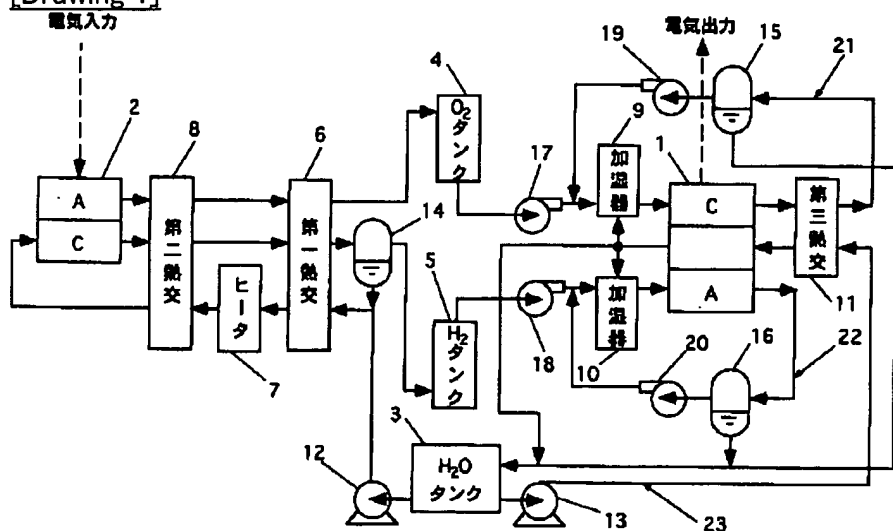
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

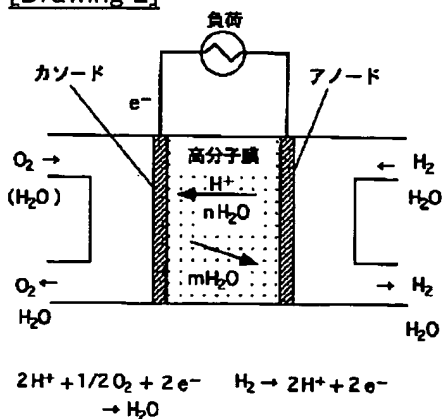
3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

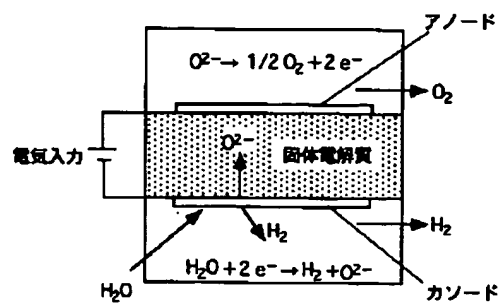
[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-214022

(43)公開日 平成11年(1999) 8月6日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 0 1 M 8/04

識別記号

F I  
H 0 1 M 8/04

K

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平10-13678

(22)出願日 平成10年(1998) 1月27日

(71)出願人 000000099

石川島播磨重工業株式会社

東京都千代田区大手町 2丁目 2番 1号

(71)出願人 598011813

恩田 和夫

愛知県豊橋市北山町東浦 2-1-5-503

(72)発明者 濱田 行貴

東京都江東区豊洲 3丁目 1番15号 石川島

播磨重工業株式会社東二テクニカルセンタ  
一内

(72)発明者 恩田 和夫

愛知県豊橋市北山町東浦 2-1-5-503

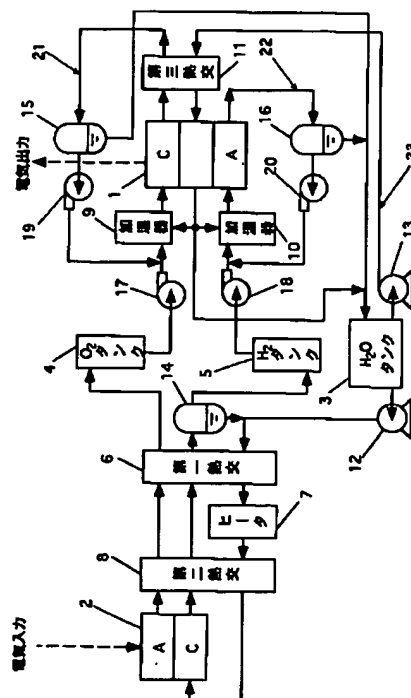
(74)代理人 弁理士 堀田 実 (外1名)

(54)【発明の名称】 燃料電池発電装置

(57)【要約】

【課題】 純水素と純酸素を用いて発電する燃料電池発電装置を提供する。

【解決手段】 水タンク3と、この水タンク3からの水を加熱する加熱器7と、この加熱器7で発生した水蒸気と供給される電力とから酸素と水素とを発生する固体電解質型水電解槽2と、この固体電解質型水電解槽2で発生した酸素を貯蔵する酸素タンク4と、この固体電解質型水電解槽2で発生した水素を貯蔵する水素タンク5と、この酸素タンク4からの酸素に水分を加湿する酸素用加湿器9と、この水素タンク5からの水素に水分を加湿する水素用加湿器10と、この酸素用加湿器9からの加湿された酸素とこの水素用加湿器10からの加湿された水素とから発電する固体高分子型燃料電池1と、を備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 水タンクと、この水タンクからの水を加熱する加熱器と、この加熱器で発生した水蒸気と供給される電力とから酸素と水素とを発生する固体電解質型水電解槽と、この固体電解質型水電解槽で発生した酸素を貯蔵する酸素タンクと、この固体電解質型水電解槽で発生した水素を貯蔵する水素タンクと、この酸素タンクからの酸素に水分を加湿する酸素用加湿器と、この水素タンクからの水素に水分を加湿する水素用加湿器と、この酸素用加湿器からの加湿された酸素とこの水素用加湿器からの加湿された水素とから発電する固体高分子型燃料電池と、を備えたことを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項 2】 前記水タンクからの水を前記固体電解質型水電解槽で発生した酸素と水素とで熱交する熱交換器が設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池発電装置。

【請求項 3】 前記固体高分子型燃料電池のカソード側から排出される酸素ガスから気水分離器で水分を分離しこの酸素を前記酸素加湿器の入側に供給する酸素循環ラインが設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池発電装置。

【請求項 4】 前記固体高分子型燃料電池のアノード側から排出される水素ガスから気水分離器で水分を分離しこの水素を前記水素用加湿器の入側に供給する水素循環ラインが設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池発電装置。

【請求項 5】 前記水タンクからの水を前記固体高分子型燃料電池に送り冷却する冷却ラインが設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池発電装置。

【請求項 6】 前記冷却ラインは前記固体高分子型燃料電池の出側で前記酸素用加湿器と前記水素用加湿器に水を供給するようになっていることを特徴とする請求項 5 記載の燃料電池発電装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体電解質型水電解槽で発生した酸素と水素から発電する燃料電池発電装置に関する。

【0002】

【従来の技術】固体高分子型燃料電池（PEFC, Polymer Electrolyte Fuel Cell）はアノードに水素ガス（また改質ガス）、カソードに酸素ガス（または空気）を供給し、室温～100℃前後で作動する燃料電池である。図2はPEFCの発電原理を示す。電解質にプロトン（ $H^+$ ）導電性を有する100 $\mu m$ 程度の高分子膜の両側に数10 $\mu m$ の薄い多孔質Pt触媒電極を付け、水素ガスが供給される側がアノードとなり、酸素ガスが供給される側がカソードとなる。 $H_2$ はアノードで $H^+$ に酸化され、 $H^+$ は高分子膜内を移動してカソードに到達する。一方アノードで発生した電子 $e^-$ は外部回路を通

て電気的な仕事をした後、カソードに到達する。カソードでは、 $O_2$ が到達した $H^+$ および $e^-$ と反応して $H_2O$ に還元される。

【0003】 $H^+$ が高分子膜内を移動する際には、数個の $H_2O$ 分子を伴って移動する。これは電気浸透効果と呼ばれるものである。従って高分子膜のアノード側は乾燥しがちになり、このことが高分子膜の電気伝導度を低下させ、その結果セル性能が低下する。これを防ぐ一つの方法として $H_2$ ガスに水蒸気を含ませて、すなわち加湿して電極に供給し、電極の細孔を通して高分子膜を湿らせる。

【0004】一方カソードでは $H_2O$ が生成する。この生成 $H_2O$ および電気浸透で運ばれた $H_2O$ は、カソード側からセル外に排出されるが、一部はカソード側からアノード側に逆拡散し、アノード側からも排出される。運転温度の低いPEFCでは、 $H_2O$ の一部は水蒸気となるが、他は水滴となるので、これを速やかにセル外に除外しないと電極が過度に濡れてしまい、 $H_2$ および $O_2$ の拡散阻害を起こしてセル性能が低下する。水滴を除去する方法としては、排出ガスの流れに乗せて一緒に持ち出す方法、吸水板やWick（ろうそくの心のようなもの）を使って毛細管現象で吸い出す方法などがある。空気を反応ガスとして用いる場合は流量が多くなるので、高分子膜中の水分の蒸発量も多くなり、高分子膜が乾燥する。これを防ぐためにも空気を加湿して供給する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】固体高分子型燃料電池は、アノードに天然ガス等の化石燃料を改質器を用いて $H_2$ リッチなガスに改質して供給し、カソードには空気を供給して酸化剤としている。しかし、改質ガスと空気を併用して発電する場合、純水素と純酸素を用いて発電する場合よりも電圧が低いという問題がある。

【0006】本発明は上述の問題に鑑みてなされたもので、純水素と純酸素を用いて発電する燃料電池発電装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1の発明では、水タンクと、この水タンクからの水を加熱する加熱器と、この加熱器で発生した水蒸気と供給される電力とから酸素と水素とを発生する固体電解質型水電解槽と、この固体電解質型水電解槽で発生した酸素を貯蔵する酸素タンクと、この固体電解質型水電解槽で発生した水素を貯蔵する水素タンクと、この酸素タンクからの酸素に水分を加湿する酸素用加湿器と、この水素タンクからの水素に水分を加湿する水素用加湿器と、この酸素用加湿器からの加湿された酸素とこの水素用加湿器からの加湿された水素とから発電する固体高分子型燃料電池と、を備える。

【0008】固体電解質型水電解槽は1000℃程度で動作する。このため水タンクからの水を加熱器で加熱し

て水蒸気とし電気とともに供給すると、アノード側には酸素ガスが発生し、カソード側には水素ガスが発生する。酸素ガスは酸素タンクに貯蔵し、水素ガスは水素タンクに貯蔵する。酸素タンクから酸素を取り出し酸素用加湿器で加湿し、同様に水素タンクから水素を取り出し水素用加湿器で加湿して、酸素は固体高分子型燃料電池のカソードに供給し、水素はアノード側に供給することにより、固体高分子型燃料電池より電力を取り出すことができる。固体電解質型水電解槽より発生する酸素および水素は純度が高いので、改質ガスと空気から発電する場合よりも高い電圧が得られる。

【0009】請求項2の発明では、前記水タンクからの水を前記固体電解質型水電解槽で発生した酸素と水素とで熱交する熱交換器が設けられている

【0010】固体電解質型水電解槽は1000℃程度で動作するため、発生する酸素ガスや水素ガスの温度は高い。これらのガスと固体電解質型水電解槽に送られる水とを熱交換器で熱交換することにより、供給される水の温度は高まり、タンクに送られるガスの温度は低下する。固体電解質型水電解槽では水が高温で入ってくる方が効率が上がり、固体高分子型燃料電池では、室温～100℃程度で運転されるので、酸素ガス、水素ガスの温度は低い方がよい。熱交換器はこの固体電解質型水電解槽と固体高分子型燃料電池の要求を満たすものである。

【0011】請求項3の発明では、前記固体高分子型燃料電池のカソード側から排出される酸素ガスから気水分離器で水分を分離しこの酸素を前記酸素用加湿器の入側に供給する酸素循環ラインが設けられている。

【0012】固体高分子型燃料電池のカソード側から排出される酸素ガスには水分が多く含まれているので、気水分離器により水分を除き、加湿器の入側に酸素を戻すことにより酸素利用率が上がり発電効率も向上する。

【0013】請求項4の発明では、前記固体高分子型燃料電池のアノード側から排出される水素ガスから気水分離器で水分を分離しこの水素を前記水素用加湿器の入側に供給する水素循環ラインが設けられている。

【0014】固体高分子型燃料電池のアノード側から排出される水素ガスには水分が多く含まれているので、気水分離器により水分を除き、加湿器の入側に水素を戻すことにより水素利用率が上がり発電効率も向上する。

【0015】請求項5の発明では、前記水タンクからの水を前記固体高分子型燃料電池に送り冷却する冷却ラインが設けられている。

【0016】固体高分子型燃料電池では、室温～100℃程度で運転されるので、この範囲の温度となるよう固体高分子型燃料電池を冷却することにより、発電効率の低下を防止する。

【0017】請求項6の発明では、前記冷却ラインは前記固体高分子型燃料電池の出側で前記酸素用加湿器と前

記水素用加湿器に水を供給するようになっている。

【0018】各加湿器には固体高分子型燃料電池を冷却し電池に近い温度になった水が供給されるので、この水で加湿される酸素ガス、水素ガスも電池温度に近くなって電池に供給される。これにより電池は熱的衝撃を受けない。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。図1は本発明の燃料電池発電装置の構成を示すブロック図である。1は固体高分子型燃料電池で図2で説明した構造を有し、純粋な酸素ガスと純粋な水素ガスと水分の供給を受け、室温～100℃程度の動作温度で発電する。2は固体電解質型水電解槽で水蒸気と電力を供給され、1000℃程度の高温で動作し、純粋な酸素と水素を発生する。なお電力は夜間電力や太陽電池からの電力を利用する。構造は後述する。

3は水タンクで、固体電解質型水電解槽2へ供給する水蒸気、固体高分子型燃料電池1への冷却水などの供給源である。4は酸素タンクで固体電解質型水電解槽2で発生した酸素ガスを貯蔵する。5は水素タンクで固体電解質型水電解槽2で発生した水素ガスを貯蔵する。6は第一熱交換器で、水タンク3より主ポンプ12で供給される水を固体電解質型水電解槽2で発生した高温の酸素ガス、水分を含む水素ガスで加熱する。これによりこれらのガスも冷却される。

【0020】7はヒータで第一熱交換器6により加熱された水をさらに加熱し水蒸気とする。熱源としては隣接する火力または原子力発電所の排熱などを利用する。8は第二熱交換器で、ヒータ7で発生した水蒸気を固体電解質型水電解槽2で発生した高温の酸素ガスと水分を含む水素ガスで加熱する。固体電解質型水電解槽2で発生した水素ガスは水分を含むので、第一熱交換器6で熱交換した後、気水分離器14で水素ガスと水分を分離し、水素ガスは水素タンク5へ貯蔵し、水分は主ポンプ12より送り出される水に加える。

【0021】酸素タンク4の酸素ガスはブロワ17により酸素用加湿器9へ送られ、水素タンク5の水素ガスはブロワ18により水素用加湿器10へ送られる。加湿器9、10としてはそれぞれのガスに水分を噴霧するような機械的なものでもよいが、浸透被膜を利用して水分を加湿するものでもよい。加湿された酸素ガスは固体高分子型燃料電池1のカソードに供給され、加湿された水素ガスはアノードに供給され、図2で説明した動作により発電を行なう。

【0022】固体高分子型燃料電池1のカソード出側と酸素用加湿器9の入側を結んで酸素循環ライン21が設けられ、同様にアノード出側と水素用加湿器10の入側を結んで水素循環ライン22が設けられている。酸素循環ライン21は気水分離器15とブロワ19を備え、カソードより排出される酸素ガスの水分を分離して水タン

10

20

30

40

50

ク3に戻し、酸素ガスはブロウ19により酸素用加湿器9に送り込み、酸素ガスを循環させて発電効率を向上させる。同様に、水素循環ライン22も気水分離器16とブロウ20を備え、アノードより排出される水素ガスの水分を分離して水タンク3に戻し、水素ガスはブロウ20により水素用加湿器10に送り込み、水素ガスを循環させて発電効率を向上させる。

【0023】固体高分子型燃料電池1は室温～100℃程度の温度で動作するが、この温度を維持するため冷却ライン23が設けられている。冷却ライン23は水タンク3より水を送り出す冷却水ポンプ13と、この水をカソードの排ガスで加熱し固体高分子型燃料電池1よりやや低い温度にする第三熱交換器11とを備え、固体高分子型燃料電池1を冷却した水の一部は酸素用加湿器9と水素用加湿器10に供給され、残りは水タンク3に戻るようになっている。カソードを流れるカソード排ガスの方がアノードを流れるアノード排ガスより流量が多いので、第三熱交換器11はカソード排ガスと熱交換するが、アノード排ガスと熱交換することも可能である。

【0024】図3は固体電解質型水電解槽の原理図を示す。固体電解質型水電解槽はSOEC (Solid Oxide Electrolysis Cell)と呼ばれ、安定化ジルコニア(YSZ)のような酸素イオンに対し透過性のある固体電解質板の両側に電極を設けたもので、両電極に通電することによって、水を電気分解して酸素と水素を得ることができ、逆にこの固体電解質板の一方から酸素を、他方から水素を供給することにより電力を発生することができる。本発明では電気分解の機能を利用する。このシステムは900～1000℃の高温で運転する。電気分解では水素の高位発熱量の約70%以上の電気エネルギーと、30%の熱エネルギーと900～1000℃の高温が必要になる。カソード側に供給された水蒸気H<sub>2</sub>Oはカソードから電荷2e<sup>-</sup>を供給され、H<sub>2</sub>とO<sup>2-</sup>に分解され、O<sup>2-</sup>は固体電解質板を透過してアノードに到達し、電荷2e<sup>-</sup>を放出してO<sub>2</sub>となる。これによりアノード側からO<sub>2</sub>が排出され、カソード側からはH<sub>2</sub>と未分解のH<sub>2</sub>Oが排出される。

【0025】次に本燃料電池発電装置の動作について説明する。本発電装置は火力または原子力発電所で余剰となる夜間電力や太陽電池によって発生した電力を貯蔵し、昼間の電力需要がピークとなる時期などに使用されるもので、電力を酸素ガスと水素ガスの形で貯蔵しておき、必要なときこれらを燃料として発電を行なう。

【0026】電力貯蔵時では、主ポンプ12で水タンク3から吸引された水は、第一熱交換器6で加熱された後、ヒータ7で加熱されて水蒸気になり、さらに第二熱交換器8で加熱されてほぼ1000℃となり、固体電解質型水電解槽2のカソード側に供給される。これと同時に電力も供給され、図3で説明した方法によりアノード側から酸素ガスが発生し、カソード側から水蒸気を含む

水素ガスが発生する。これらのガスは第二熱交換器8と第一熱交換器6で放熱した後、酸素ガスは酸素タンク4に貯蔵され、水蒸気を含む水素ガスは気水分離器14で水分を分離し水素タンク5に貯蔵され、水分は主ポンプ12からの水と合流する。

【0027】発電時では、酸素タンク4から酸素ガスがブロウ17により酸素用加湿器9に供給され、水素タンク5から水素ガスがブロウ18により水素用加湿器10に供給される。酸素用加湿器9に供給された酸素ガスは水分により加湿され、固体高分子型燃料電池1のカソードに供給され、水素用加湿器10に供給された水素ガスは水分により加湿されアノードに供給される。これにより、図2で説明した電池反応が起こり発電が行われる。これとともに酸素循環ライン21が起動し、カソードからの水分を含む酸素からなる排ガスは第三熱交換器11で放熱した後、気水分離器15で水分を除去され、酸素用加湿器9の入側に供給され、酸素循環が行われる。同様に、水素循環ライン22が起動し、アノードからの水分を含む水素からなる排ガスは気水分離器16で水分を除去され、水素用加湿器10の入側に供給され、水素循環が行われる。なお、両気水分離器15、16で分離された水分は水タンク3に戻る。また冷却水ライン23も起動し、水タンク3から吸引された冷却水は第三熱交換器11で電池2の温度よりやや低い温度に加熱された後、電池2内を通して冷却し、両加湿器9、10に加湿用水分を供給した後、水タンク3に戻る。

【0028】

【発明の効果】以上の説明より明らかなように、本発明は、固体電解質型水電解槽で純度の高い酸素と水素を生成し、これを固体高分子型燃料電池に用いることにより、アノードのH<sub>2</sub>分率、カソードのO<sub>2</sub>分率が上がり、発生電圧が高くなり、電池出力が上がる。また、アノード、カソードリサイクルを行なうことによって、水素利用率、酸素利用率を上げることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の燃料電池発電装置の構成を示す図である。

【図2】固体高分子型燃料電池の原理を示す図である。

【図3】固体電解質型水電解槽の原理を示す図である。

【符号の説明】

- 1 固体高分子型燃料電池
- 2 固体電解質型水電解槽
- 3 水タンク
- 4 酸素タンク
- 5 水素タンク
- 6 第一熱交換器
- 7 ヒータ
- 8 第二熱交換器
- 9 酸素用加湿器
- 10 水素用加湿器

11 第三熱交換器

12 主ポンプ

13 冷却水ポンプ

14, 15, 16 気水分離器

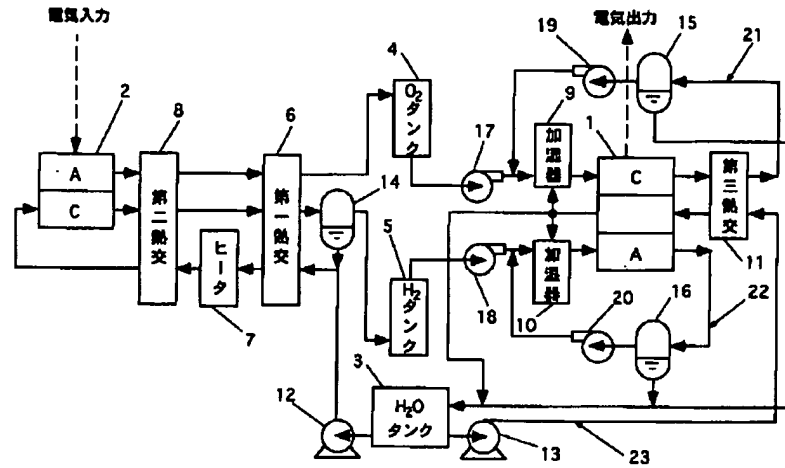
\* 17~20 プロワ

21 酸素循環ライン

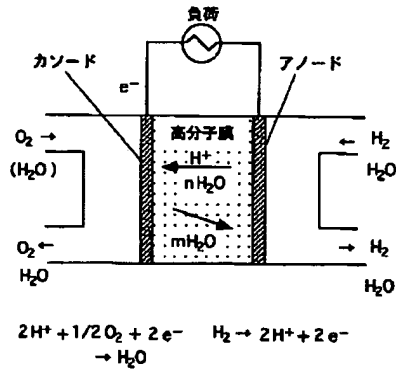
22 水素循環ライン

\* 23 冷却ライン

【図1】



【図2】



【図3】

